

# Ultrasonic duplex scanning in atherosclerotic disease of the vertebrobasilar arterial system : a non-invasive technique compared with contrast arteriography

Citation for published version (APA):

Ackerstaff, R. G. A. (1985). *Ultrasonic duplex scanning in atherosclerotic disease of the vertebrobasilar arterial system : a non-invasive technique compared with contrast arteriography*. [Doctoral Thesis, Maastricht University]. Rijksuniversiteit Limburg. <https://doi.org/10.26481/dis.19850530ra>

## Document status and date:

Published: 01/01/1985

## DOI:

[10.26481/dis.19850530ra](https://doi.org/10.26481/dis.19850530ra)

## Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

## Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

## General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.umlib.nl/taverne-license](http://www.umlib.nl/taverne-license)

## Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[repository@maastrichtuniversity.nl](mailto:repository@maastrichtuniversity.nl)

providing details and we will investigate your claim.

Download date: 05 May. 2023

## 11. SUMMARIES

### 11.1. ENGLISH

A clinical study on the use of ultrasonic duplex scanning in the diagnosis of atherosclerotic obstructive disease of the innominate-subclavian-vertebral arterial system is described. It was performed on patients who also underwent contrast arteriography, the standard to which the data of ultrasonic duplex scanning was compared.

#### Chapter 1

This chapter is an introduction which outlines the complexity of atherosclerotic cerebrovascular disease and especially underlines the interdependence of the carotid and vertebrobasilar arterial system with relation to the vulnerability of both the supratentorial and infratentorial territories to cerebral ischaemia. The aim of the study is to determine the accuracy of ultrasonic duplex scanning of the innominate, subclavian, and vertebral arteries in patients with cerebral atherosclerosis. For this purpose the results of ultrasonic duplex scanning were compared with those of contrast arteriography. Between May 1981 and October 1984 2770 duplex examinations were performed in 1972 patients at the department of clinical neurophysiology of the St. Antonius Hospital, Nieuwegein, The Netherlands.

#### Chapter 2

In this chapter a review of the anatomy of the aortic arch, arch vessels, vertebral and basilar arteries is given. Besides the normal anatomy, anatomical anomalies are briefly described. In addition, the territories supplied with blood by these arteries and the potential collateral pathways of the vertebral arteries are discussed.

#### Chapter 3

The principles of cerebral autoregulation are discussed. The most important determinants of cerebral blood flow, their interaction with cerebral metabolism and involvement in the regulation of cerebral circulation are outlined. Finally the mechanisms which may play a role in the pathogenesis of transient or permanent neurological deficit are explained.

## Chapter 4

This chapter deals with atherosclerotic disease of the cerebral arteries and especially of the innominate, subclavian, and vertebral arteries. A review is given of the principle sites of atherosclerotic obstructive changes in these arteries. The clinical implication of the differences in morphology and structure of atherosclerotic lesions in the carotid and innominate-subclavian-vertebral arterial systems is briefly outlined. It is noticed that vertebrobasilar insufficiency is not a homogenous entity. It includes a variety of vascular pathologies at various locations, with diverse pathogenetic mechanisms, and with different clinical prognosis. For this reason it is not surprising that the opinions on the therapeutic results of carotid endarterectomy in this group of patients greatly vary. Finally, the clinical significance of atherosclerotic disease of the innominate, subclavian, and vertebral arteries and its interaction with obstructive disease of the carotid arteries is discussed.

## Chapter 5

The clinical manifestations associated with transient ischaemia of the vertebrobasilar arterial territory usually produce a more complex profile than that found in ischaemia in the territory of the carotid arteries. Therefore, a comprehensive review of the symptomatology of transient ischaemic attacks in the vertebrobasilar territory is given in the first section of this chapter. The cervical segments of the vertebral arteries are the only parts of the cerebral vascular tree which are functionally related to degenerative osteo-arthritic change of the spinal column. Therefore, the anatomical considerations and pathogenesis of spondylosis of the cervical column and its significance in vertebrobasilar arterial insufficiency are described. The last section of this chapter deals with the pathogenesis and clinical manifestations of the subclavian steal syndrome.

## Chapter 6

A short historical review is given of cerebral contrast arteriography and in particular of vertebral arteriography. In addition to this the complications of carotid and selective vertebral arteriography and the accuracy of conventional contrast arteriography and intravenous digital subtraction angiography are summarized. The next section of this chapter deals with non-invasive diagnostic techniques used in the diagnosis of atherosclerotic disease of the innominate-subclavian-vertebral arterial system. The non-imaging and imaging Doppler techniques as well as real-time ultrasonic scanning of this part of the cerebrovascular tree are discussed. Finally, the fundamental principles of ultrasonic duplex scanning are outlined.

## Chapter 7

This chapter reviews the basic elements of the duplex scanner and associated display and recording instrumentation. During the study two types of scan heads are used, the medium focus scan head and the short focus scan head. The spatial resolution of both scan heads is evaluated and the influence of the size of the sample volumes on the quality of the Doppler signals and, consequently, the interpretation of the spectral wave forms is discussed. Finally, the technique of signal modulation-demodulation and processing is summarized.

## Chapter 8

Ultrasonic duplex scanning of both the carotid and the innominate-subclavian-vertebral arterial system is described. The possibilities and limitations of the investigation of each of these segments of the cerebral vascular tree is discussed. This chapter also describes the Doppler parameters used for a quantitative assessment of atherosclerotic obstructive lesions in the innominate, subclavian, and vertebral arteries.

## Chapter 9

This chapter describes our results of ultrasonic duplex scanning of the innominate, subclavian, and vertebral arteries. For each of these vessels the results of the non-invasive technique are compared with the results of contrast arteriography and they are reviewed separately. First, however, the method of assessment of the percentage of stenosis used in this study and the statistical analysis of the data are described.

Two studies form the basis of the evaluation of the data of ultrasonic duplex scanning. During the first study we only investigated the proximal segment of the subclavian and vertebral arteries. During the second study we also investigated the innominate artery and the cervical segment of the vertebral artery. In 14% of the patients a non-invasive investigation of the innominate artery was impracticable and in 22% of the cases it was not possible to decide upon the state of the origin of the vertebral artery. Mostly a deep location of the relevant part of the cerebral vasculature made the non-invasive investigation impracticable. Therefore, the hereby mentioned accuracy only counts in those cases in whom the examination was successful. The accuracy of ultrasonic duplex scanning of the innominate and subclavian arteries as well as the ostium of the vertebral arteries is expressed in sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value, and overall accuracy. Most of these parameters show that ultrasonic duplex scanning of these

segments of the cerebrovascular tree can be used as a reliable screening test in patients with cerebral atherosclerosis. However, the sensitivity for identifying a stenosis with a diameter reduction of 50% or more at the site of the origin of the right subclavian artery is too low (0.43). Moreover, the positive predictive value of ultrasonic duplex scanning of the ostium of the vertebral artery (0.65) needs improvement. A possible explanation is given for the false negative and false positive test results of ultrasonic duplex scanning for each of the separate arteries. In particular a high-flow or low-flow state of the vertebral artery makes a reliable diagnosis of an obstructive lesion in this artery very difficult. In addition, the results of the second study show that in experienced hands the differentiation between hypoplasia and occlusion of the vertebral artery is very well possible. The investigation of the cervical segment of the vertebral artery is only performed if the patient had a history of vertebro-basilar insufficiency or if it was requested by the referring physician. Especially for this part of the vertebral artery the relation between osteo-arthritic spurs caused by cervical spondylosis and displacement or obstruction of the vertebral artery is evaluated. Although the number of patients with abnormalities in the cervical segment of the vertebral artery is small, ultrasonic duplex scanning of the cervical segment appeared to be a reliable test. The significance of ultrasonic duplex scanning of the vertebral artery in the event of a severe, obstructive lesion in the intradural segment of this artery is also evaluated. The interpretation of the morphology of the sonograms recorded in an intracranially occluded vertebral artery appear to be more complicated than in the carotid system. Probably this is the result of a greater variation in the territory supplied with blood by an intracranially occluded vertebral artery. Finally, the results of ultrasonic duplex scanning of the vertebral arteries in patients with a subclavian or innominate steal syndrome are reviewed. For this part of the study we also use the data of intravenous digital subtraction angiography.

## Chapter 10

This chapter outlines the potential power of intravenous digital subtraction angiography and ultrasonic imaging in the assessment of atherosclerotic disease and in particular of atherosclerosis of the cerebral arteries. In addition to this, the impact of ocular pneumoplethysmography, intravenous digital subtraction angiography and ultrasonic duplex scanning on the management of patients with atherosclerosis of the cerebral arteries in our hospital is discussed. The consistent use of these three diagnostic procedures as a battery of screening tests gives adequate and reliable information about the state of the cerebral arteries extracranially and intracranially in most of the patients. The need for conventional contrast arteriography in patients with atherosclerosis

of the cerebral arteries has significantly decreased over the last two years. In addition this chapter gives a review of the possibilities and limitations of ultrasonic duplex scanning of the innominate, subclavian and vertebral arteries. Finally, some recommendations and future expectations are given for a more accurate and complete non-invasive investigation of the innominate-subclavian-vertebral arterial system.

## 11.2. DUTCH

De klinische bruikbaarheid van het duplexonderzoek ten behoeve van patiënten met atherosclerose van de aa. anonyma, subclavia en vertebralis wordt beschreven. De in deze studie opgenomen patiënten hebben tevens contrastarteriografie ondergaan. De resultaten van het duplexonderzoek worden vergeleken met de uitkomsten van arteriografie.

### Hoofdstuk 1

In dit hoofdstuk wordt het complexe karakter van atherosclerose van de hersenvaten uiteengezet. Hierbij wordt de nadruk gelegd op de onderlinge afhankelijkheid van het carotis- en vertebrallissysteem met betrekking tot ischaemie van zowel supratentoriële als infratentoriële hersenstructuren. Het doel van de studie is het bepalen van de nauwkeurigheid van het duplexonderzoek van de aa. anonyma, subclavia en vertebralis bij patiënten met atherosclerose. Hiertoe worden de resultaten van het duplexonderzoek vergeleken met de uitkomsten van contrastarteriografie. In de periode tussen mei 1981 en oktober 1984 zijn op de afdeling Klinische Neurofysiologie van het St. Antonius Ziekenhuis te Nieuwegein, Nederland bij 1972 patiënten in totaal 2770 duplexonderzoeken uitgevoerd.

### Hoofdstuk 2

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de anatomie van de aortaboog, boogvaten, a. vertebralis en a. basilaris. Naast de normale anatomie worden tevens een aantal aangeboren anatomische afwijkingen in het kort behandeld. Bovendien worden de verzorgingsgebieden van deze bloedvaten en de potentiële collaterale circulatie van de aa. vertebrales beschreven.

### Hoofdstuk 3

De grondbeginselen van de cerebrale autoregulatie worden besproken. De belangrijkste factoren die de doorbloeding van de hersenen regelen en hun interactie met de hersenstofwisseling alsmede hun invloed op de regulatie van

de hersencirculatie worden uiteengezet. Tenslotte worden de verschillende mechanismen die een rol kunnen spelen bij het ontstaan van voorbijgaande of blijvende neurologische uitvalsverschijnselen behandeld.

#### Hoofdstuk 4

Dit hoofdstuk behandelt de atherosclerose van de extracraniële cerebrale arteriën en in het bijzonder van de aa. anonyma, subclavia en vertebralis. Er wordt een overzicht gegeven van de meest belangrijke plaatsen van atherosclerotische vaatwandveranderingen in de laatst genoemde bloedvaten. De klinische betekenis van het verschil in morfologie en structuur van atherosclerotische letsels van het carotis- en het anonyma-subclavia-vertebralis-systeem wordt besproken. Het syndroom van de vertebrobasilaire insufficiëntie is geen klinische eenheid. Het bestaat uit een verzameling van op meerdere plaatsen gelocaliseerde vaatwandafwijkingen met verschillende pathogenetische mechanismen en veelal uiteenlopende prognose. Het is dan ook begrijpelijk, dat de opvattingen over het nuttig effect van carotisendarteriëctomie bij deze groep patiënten nogal variëren. Tenslotte wordt in dit hoofdstuk de klinische betekenis van atherosclerose van de aa. anonyma, subclavia en vertebralis en in het bijzonder de interactie met obstruerende afwijkingen van de a. carotis besproken.

#### Hoofdstuk 5

De klinische verschijnselen die kunnen optreden bij een tijdelijke doorbloedingsstoornis van het vertebrobasilaire systeem zijn in het algemeen veel complexer van aard dan de verschijnselen die worden waargenomen bij een ischaemie in het carotisgebied. In het eerste deel van dit hoofdstuk wordt daarom een uitgebreid overzicht gegeven van de symptomatologie van voorbijgaande doorbloedingsstoornissen van het vertebrobasilaire gebied. Het cervicale segment van de a. vertebralis is het enige deel van de cerebrale vaatboom dat in functionele relatie staat tot de halswervelkolom. De anatomie en de pathogenese van de cervicale spondylose en hun betekenis voor de vertebrobasilaire insufficiëntie worden besproken. Het laatste deel van dit hoofdstuk behandelt de pathogenese en de klinische verschijnselen van het "subclavian steal" syndroom.

#### Hoofdstuk 6

Er wordt een kort, historisch overzicht gegeven van de cerebrale contrastarteriografie in het bijzonder van de vertebralisarteriografie. Tevens worden de complicaties van selectieve arteriografie van de a. carotis en a. vertebralis

besproken. De nauwkeurigheid van zowel de conventionele contrastarteriografie als van de intraveneuze digitale substractie-angiografie worden samengevat. Daarna worden de verschillende niet-invasieve methoden van ultrageluidsdiagnostiek van het anonyma-subclavia-vertebralis-systeem besproken. Zowel de conventionele als de beeldvormende Doppler-technieken en de "real-time" tweedimensionale echografie worden behandeld. Tenslotte worden de grondbeginselen van het duplexonderzoek uiteengezet.

## Hoofdstuk 7

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de verschillende onderdelen van de meetapparatuur en de daarbij behorende registratie-apparatuur. Tijdens deze studie zijn twee typen transducers gebruikt: de "mid-focus" en de "short focus" transducer. De ruimtelijke eigenschappen van beide transducers zijn bepaald en de invloed van de grootte van het "sample volume" op de kwaliteit van de Doppler-signalen en derhalve op de interpretatie van de sonogrammen wordt besproken. Tevens wordt de techniek van modulatie-demodulatie en signaalverwerking in het kort behandeld.

## Hoofdstuk 8

Zowel het duplexonderzoek van het carotissysteem als van het anonyma-subclavia-vertebralis-systeem wordt beschreven. Voor ieder onderdeel van het extracranieële deel van de cerebrale vaatboom worden de beperkingen van het duplexonderzoek genoemd. In dit hoofdstuk worden tevens de parameters gedefinieerd, die gebruikt worden bij de kwantitatieve bepaling van de mate van stenose van respectievelijk de a. anonyma, a. subclavia en a. vertebralis.

## Hoofdstuk 9

Dit hoofdstuk beschrijft onze resultaten van het duplexonderzoek van de aa. anonyma, subclavia en vertebralis. Voor ieder van deze drie arteriën worden de uitkomsten van het duplexonderzoek vergeleken met de resultaten van de contrastarteriografie. Eerst echter bespreken we de wijze waarop de mate van diameterreductie op het arteriogram wordt bepaald en de statistische analyse van de gegevens.

Twee studies vormen de basis voor het bepalen van de bruikbaarheid en nauwkeurigheid van het duplexonderzoek. Gedurende de eerste studie is door ons alleen het proximale deel van de a. subclavia en de a. vertebralis onderzocht. Gedurende de tweede studie zijn ook de a. anonyma en het cervicale segment van de a. vertebralis bij het onderzoek betrokken. De hier gepresenteerde betrouwbaarheid van het onderzoek geldt alleen indien de desbetref-



fende arterie onderzocht kan worden. In 14% van de patiënten kan geen uitspraak gedaan worden over de a. anonyma en in 22% van de onderzochte vaten kan de a. vertebralis ter plaatse van het ostium niet worden beoordeeld. Meestal maakt een te diepe ligging van het bloedvat het onderzoek dan onmogelijk. De nauwkeurigheid van het duplexonderzoek wordt uitgedrukt in respectievelijk de sensitiviteit, specificiteit, positief voorspellende waarde, negatief voorspellende waarde en de algehele nauwkeurigheid. De meeste van de hier genoemde parameters tonen aan, dat het duplexonderzoek van de verschillende onderdelen van het anonyma-subclavia-vertebralis-systeem een betrouwbare test is. De sensitiviteit voor het aantonen van een stenose van meer dan 50% diameterreductie ter plaatse van het ostium van de rechter a. subclavia is echter nog te laag (0,43). Bovendien behoeft de positief voorspellende waarde van het duplexonderzoek van het ostium van de a. vertebralis (0,65) verbetering. Voor ieder onderdeel van het anonyma-subclavia-vertebralis-systeem wordt een mogelijke verklaring gegeven voor zowel de fout negatieve als de fout positieve resultaten van het onderzoek. Zo blijkt, dat zowel zeer hoge als zeer lage stroomsnelheden in een a. vertebralis een nauwkeurige beoordeling van de toestand van dit vat ter plaatse van het ostium ernstig bemoeilijken. Tevens blijkt dat tijdens de tweede studie, bij toenemende ervaring van de onderzoekers, het onderscheid tussen een hypoplasie en een occlusie van de a. vertebralis duidelijk is verbeterd. Het onderzoek van het cervicale segment van de a. vertebralis is alleen bij die patiënten uitgevoerd bij wie de anamnese zou kunnen wijzen op een vertebrobasilaire insufficiëntie of indien dit deel van het onderzoek nadrukkelijk werd aangevraagd. Voor dit segment van de a. vertebralis is de relatie tussen cervicale spondylose en verdringing, respectievelijk obstructie van de a. vertebralis nader onderzocht. Hoewel het aantal patiënten met afwijkingen in het cervicale segment klein is, blijkt het duplexonderzoek van dit deel van de a. vertebralis betrouwbaar te zijn. De betekenis van het duplexonderzoek van de a. vertebralis in het geval van een ernstige, obstruerende afwijking in het intradurale segment van deze arterie is eveneens bepaald. Waarschijnlijk als gevolg van de relatief grote variatie in het verzorgingsgebied van een intracranieel afgesloten a. vertebralis blijkt de interpretatie van de meer proximaal geregistreerde sonogrammen tot fout negatieve resultaten aanleiding te kunnen geven. Tenslotte worden de resultaten van het duplexonderzoek van de a. vertebralis bij patiënten met een "subclavian steal" syndroom samengevat. Voor dit deel van de studie zijn ook de gegevens van de intraveneuze digitale subtractie-angiografie gebruikt.

## Hoofdstuk 10

Dit hoofdstuk schetst de mogelijkheden van de intraveneuze digitale subtractie-angiografie en de ultrasonische beeldvorming, vooral ten behoeve van

de diagnostiek van atherosclerose van de hersenvaten. Daarna wordt de betekenis van de oculopneumoplethysmografie, de intraveneuze digitale substractie-angiografie en het duplexonderzoek voor het beleid met betrekking tot patiënten met cerebrale atherosclerose in ons ziekenhuis besproken. Bij consequent gebruik van deze drie methoden van onderzoek blijkt men voldoende en betrouwbare informatie te kunnen verkrijgen over de toestand van de cerebrale vaatboom, zowel intracranieel als extracranieel. Hierdoor is de laatste twee jaar de behoefte aan conventionele contrastarteriografie bij patiënten met cerebrale atherosclerose beduidend afgenomen. Tevens worden de mogelijkheden en de beperkingen van het duplexonderzoek van de aa. anonyma, subclavia en vertebralis nog eens samengevat. Tot slot worden er een aantal suggesties gegeven, die in de nabije toekomst het niet-invasieve onderzoek van het anonyma-subclavia-vertebralis-systeem zouden kunnen verbeteren.

### 11.3. FRENCH

Le travail clinique présenté décrit l'emploi de l'échotomographie couplée à un Doppler pulsé dans le diagnostic des lésions athéromateuses obstructives du tronc brachiocéphalique et des artères sous-clavières et vertébrales. L'étude concerne des malades ayant subi une angiographie artérielle considérée comme standard de comparaison pour le duplexscanning (échotomographie couplée au Doppler pulsé).

#### Chapitre 1

Dans ce chapitre la complexité de l'athéromatose cérébrovasculaire est décrite et en particulier l'interdépendance des systèmes artériels carotidiens et vertébrobasilaires dans la vulnérabilité tant des territoires supratentoriels que des territoires infratentoriels. L'étude se pose comme but de définir la fiabilité du duplexscanning dans la définition des localisations athéromateuses du tronc brachiocéphalique et des artères sous-clavières et vertébrales. A cette fin on a comparé les résultats du duplexscanning avec les résultats des examens angiographiques. De mai 1981 à octobre 1984 2770 examens au duplexscanning ont été réalisés chez 1972 malades dans le département de neurophysiologie clinique de l'hôpital St. Antoine à Nieuwegein, Hollande.

#### Chapitre 2

Ce chapitre donne un résumé de l'anatomie de la crosse aortique, de la gerbe aortique et des artères vertébrales et basilaire. Les anomalies anatomiques sont décrites brièvement. On décrit également les territoires irrigués par ces artères et les voies collatérales vers le système vertébrobasilaire.

## Chapitre 3

Dans ce chapitre on résume les principes de l'autorégulation cérébrale. On revoit les principaux déterminants du débit cérébral et leur interaction tant avec le métabolisme cérébral qu'avec l'autorégulation de la perfusion cérébrale. On explique les mécanismes qui peuvent jouer un rôle dans la pathogénèse des déficits neurologiques temporaires ou permanents.

## Chapitre 4

Dans ce chapitre la maladie athéromateuse des artères cérébrales est revue et en particulier celle du tronc brachiocéphalique et des artères sous-clavières et vertébrales. Les localisations prédominantes des lésions athéromateuses sont revues. Les implications cliniques des différences de la morphologie et de la structure pathologiques entre les lésions carotidiennes et celles du système artériel tronc brachiocéphalique, et des artères sous-clavières et vertébrales sont resumées. L'insuffisance vertébrobasilaire ne se présente pas comme une entité homogène; plusieurs localisations pathologiques et différents mécanismes pathogéniques peuvent intervenir et être associés à des pronostic très différents. Il n'est donc pas étonnant que les résultats de l'endartérectomie carotidienne en présence de symptômes d'insuffisance vertébrobasilaire soient très variables. La signification clinique des atteintes du tronc brachio-céphalique et des artères sous-clavières et vertébrales est discutée dans sa relation avec les lésions obstructives des carotides.

## Chapitre 5

Les manifestations cliniques de l'ischémie passagère dans le territoire vertébrobasilaire se présentent d'une façon plus complexe que celles du territoire carotidien. Elle sont présentées d'une façon détaillée dans la première partie de ce chapitre. Parmi les artères cérébropétales seulement les segments cervicaux des artères vertébrales sont en contact avec la colonne cervicale; leur fonction peut donc être influencée par des lésions d'ostéo-arthrose. Des considérations anatomiques et pathogéniques concernant la spondylose cervicale sont présentées afin d'éclaircir leur rôle dans l'insuffisance vertébrobasilaire. La fin de ce chapitre résume la pathogénèse et les manifestations cliniques du syndrome du vol sous-clavier.

## Chapitre 6

Dans ce chapitre on revoit l'historique de l'angiographie cérébrale et de l'angiographie vertébrobasilaire en particulier. On revoit les complications de

l'artériographie sélective carotidienne et vertébrale ainsi que le problème de la fiabilité de l'angiographie conventionnelle et de l'angiographie intraveineuse numérisée. La seconde partie de ce chapitre est consacrée aux techniques de diagnostic non invasif dans l'athéromatose du système brachiocéphalique, sous-clavier et vertébral. On discute les méthodes Dopplers à information hémodynamique et les Dopplers à reconstitution morphologique ainsi que les echotomographie en temps réel, dans le contexte des lésions des artères afférentes du système vertébrobasilaire. La dernière partie concerne les principes fondamentaux de l'echotomographie en temps réel associée à l'ultrasonographie Doppler (duplexscanning).

## Chapitre 7

Dans ce chapitre les différentes composantes du duplexscanner sont décrites ainsi que l'appareillage associé pour la visualisation et l'enregistrement. Durant cette étude deux capteurs echotomographique différents ont été employés, respectivement un capteur à foyer moyen et un capteur à foyer court. La résolution spatiale des deux capteurs a été évaluée ainsi que l'influence du volume analysé par le Doppler pulsé sur la qualité des signaux Dopplers et par conséquent sur l'interprétation de l'analyse spectrale du signal Doppler. La technique de modulation et de démodulation dans l'élaboration du signal est résumée.

## Chapitre 8

Dans ce chapitre on décrit le duplexscanning des artères carotidiennes et de l'axe brachiocéphalique, sous-clavier et vertébral. Tant les possibilités que les limites de l'application dans chaque domaine sont discutées. On présente également les paramètres Dopplers employés pour l'analyse quantitative des lésions athéromateuses sténosantes de l'axe brachiocéphalique, sous-clavier et vertébral.

## Chapitre 9

Dans ce chapitre nous décrivons nos résultats du duplexscanning de l'artère brachiocéphalique et des artères sous-clavières et vertébrales. Pour chaque artère nous comparons les résultats de cette technique non-invasive avec celle de l'angiographie. Avant tout, on précise la méthode d'appréciation du pourcentage de sténose, ainsi que la méthode d'analyse statistique employée. L'évaluation du duplexscanning s'est faite en deux phases: dans un premier temps uniquement les artères sous-clavières et la partie initiale des artères vertébrales furent étudiées; dans la suite l'artère brachiocéphalique et les

segments cervicaux de l'artère vertébrale furent également analysées. La fiabilité du duplexscanning dans la détection des lésions de l'artère brachiocéphalique, ainsi que des artères sous-clavières et des lésions ostiales de l'artère vertébrale est exprimée en sensibilité et sensibilité, en valeur prédictive positive et négative ainsi qu'en fiabilité générale. La plupart de ces paramètres démontrent que le duplexscanning est suffisamment fiable pour constituer une exploration de triage dans les malades avec des lésions cérébrovasculaires athéromateuses. Toutefois, la sensibilité pour identifier les lésions de 50% ou plus à l'origine de la sous-clavière droite est trop basse (0.43); également, la valeur prédictive positive pour les lésions ostéales vertébrales laisse à désirer (0.65). On examine les explications possible pour les tests faux-positifs ou faux-négatifs dans le duplexscanning des différentes artères. En particulier, c'est dans les artères vertébrales à très gros ou à très bas débit que le diagnostic des lésions sténosantes des artères vertébrales devient très difficile. Dans la seconde phase de l'étude on a pu démontrer que des opérateurs entraînés peuvent très bien distinguer une hypoplasie d'une occlusion de l'artère vertébrale. Cette étude du segment cervical de l'artère vertébrale est exécuté uniquement en cas de symptomatologie vertébrobasilaire ou sur demande explicite du médecin traitant. C'est précisément dans ce segment cervical que la relation avec des lésions d'ostéo-arthrose cervicale pouvant influencer la fonction vertébrale par déplacement ou compression a été étudiée. Malgré le nombre limité des malades présentant des anomalies du segment cervical, le duplexscanning s'est avéré une méthode fiable.

On a également étudié la valeur du duplexscanning dans les lésions sévères du segment intradural des artères vertébrales. L'interprétation du signal Doppler en cas d'occlusion intracrânienne de l'artère vertébrale s'avère plus difficile que pour l'artère carotidienne. Cela peut s'expliquer par une plus grande variabilité dans le territoire irrigué par l'artère vertébrale obstruée. En fin de chapitre les résultats du duplexscanning des artères vertébrales en cas de vol brachiocéphalique ou sous-clavier, sont présentés. Pour cette partie les résultats de l'angiographie intraveineuse numérisées ont également été acceptés.

## Chapitre 10

Dans ce chapitre le rôle possible de l'angiographie intraveineuse numérisées, et du duplexscanning dans le diagnostic des lésions athéromateuses des artères cérébro-pétales en particulier est décrit. Le rôle joué dans notre hôpital par l'oculopneumopléthysmographie selon Gee, par l'angiographie intraveineuse numérisées et par le duplexscanning, dans le traitement des malades présentant des lésions des artères cérébrales est discuté. L'emploi systématique de ces trois méthodes diagnostiques en combiné, donne des informations fiables sur les lésions extra- et intracrâniennes présentes dans la plupart de nos

malades. Le recours à l'angiographie intra-artérielle a très fortement diminué les deux dernières années. Ce chapitre résume les possibilités et les limitations du duplexscanning de l'artère brachiocéphalique et des artères sous-clavières et vertébrales. En fin de chapitre quelques recommandations sont formulées qui pourraient améliorer dans un avenir immédiat le diagnostic non-invasif de l'axe brachiocéphalique, sous-clavier et vertébral.

#### 11.4. GERMAN

Die klinische Brauchbarkeit der Duplex-Sonographie zum Besten der Patienten mit Atherosklerose der A. anonyma, A. subclavia und A. vertebralis wird beschrieben. Die in dieser Arbeit aufgenommen Patienten haben auch Kontrast-Arteriographie erfahren. Die Resultate der Duplex-Sonographie werden verglichen mit die Ergebnisse der Arteriographie.

##### Kapitel 1

Dieses Kapitel befasst sich mit die komplexe Eigenart von Atherosklerose der hirnzuführende Gefäße. Die gegenseitige Abhängigkeit der Karotis- und Vertebralis-Systeme in Beziehung zu Ischämia sowohl der supratentorielle als der infratentorielle Gehirnstrukture wird betont. Der Ziel dieser Arbeit ist die Erfassung der Genauigkeit der Duplex-Sonographie der A. anonyma, A. subclavia und A. vertebralis bei Patienten mit Atherosklerose. Zu diesem Ziel werden die Resultate der Duplex-Sonographie verglichen mit die Ergebnisse von Kontrast-Arteriographie. In die Abteilung für klinische Neurophysiologie des St. Antonius Hospital in Nieuwegein, Niederlande, sind in die Zeitspanne zwischen Mai 1981 und Oktober 1984 bei 1972 Patienten insgesamt 2770 Duplex-Sonographien durchgeführt worden.

##### Kapitel 2

Dieses Kapitel gibt eine Übersicht der Anatomie von den Aorta-Bogen, die Bogengefäße, der A. vertebralis und der A. basilaris. Neben die normale Anatomie werden einige angeborene Abweichungen kurz behandelt. Ausserdem werden die Versorgungsgebiete dieser Gefäße und die potentielle kollaterale Zirkulation der Aa. vertebrales beschrieben.

##### Kapitel 3

Die Prinzipien der zerebrale Autoregulation wird besprochen. Die wichtigste Faktore die die Durchblutung des Gehirnes regulieren, deren Interaktion

mit dem Stoffwechsel des Gehirnes und deren Einfluss auf die Regulation der Gehirn-Zirkulation werden dargelegt. Schliesslich werden die unterschiedliche Mechanismen die eine Rolle spielen können bei der Entstehung von vorübergehende oder bleibende neurologische Ausfall-Symptome behandelt.

## Kapitel 4

Dieses Kapitel behandelt den Atherosklerose der extrakranielle zerebrale Arterien und besonders der A. anonyma, A. subclavia und A. vertebralis. Eine Übersicht wird gegeben von der wichtigsten Stellen von atherosklerotischen Gefässwand-Änderungen in der letzterwähnte Gefässe. Die klinische Bedeutung des Unterschiedes in Morphologie und Struktur von atherosklerotischen Schäden des Karotis- und des Anonyma-Subclavia-Vertebralis-Systems wird besprochen. Das Syndrom der vertebrobasiläre Insuffizienz ist keine klinische Einheit. Es besteht aus einer Sammlung von an mehreren Stellen lokalisierter Abweichungen der Gefässwände mit unterschiedliche pathogenetische Mechanismen und oft sehr verschiedene Prognosen. Es ist dann auch leicht zu verstehen dass die Auffassungen über die nützliche Wirkung von Karotisendarteriektomie bei dieser Gruppe von Patienten ziemlich variieren. Schliesslich wird in diesem Kapitel die klinische Bedeutung von Atherosklerose der A. anonyma, A. subclavia und A. vertebralis und besonders die Interaktion mit obstruierende Abweichungen der A. carotis besprochen.

## Kapitel 5

Die klinische Symptome die auftreten können bei eine zeitweilige Durchblutungsstörung des vertebrobasiläre Systems sind im Allgemeinen viel komplexer geartet als die Symptome die beobachtet werden bei eine Ischämia des Karotis-Gebietes. Im ersten Teil dieses Kapitels wird deshalb eine ausführliche Übersicht gegeben der Symptomatologie von vorübergehenden Durchblutungsstörungen des vertebrobasiläre Gebietes. Das zervikale Segment der A. vertebralis ist das einzige Teil des zerebralen Systems dass in funktioneller Beziehung steht zum Halswirbelsäule. Die Anatomie und die Pathogenese der zervikalen Spondylose und deren Bedeutung für der vertebrobasiläre Insuffizienz werden besprochen. Das letzte Teil dieses Kapitels behandelt die Pathogenese und die klinische Symptome des "subclavian steal" Syndroms.

## Kapitel 6

Es wird eine kurze geschichtliche Übersicht gegeben von der zerebrale Kontrast-Arteriographie, ins besonders der Vertebralis-Arteriographie. Zugleich werden die Komplikationen von selektive Arteriographie der A. carotis und

der A. vertebralis besprochen. Die Genauigkeit von sowohl der konventionellen Kontrast-Arteriographie als von der intravenöse digitale Subtraktions-Arteriographie werden zusammengefasst. Darauf werden die unterschiedliche nicht-invasive Methoden der Ultra-Sonodiagnostik des Anonymia-Subclavia-Vertebralis-Systems besprochen. Sowohl die konventionelle als die bildformende Dopplertechnik und die "real-time" zweidimensionelle Echographie werden behandelt. Schliesslich werden die Prinzipien der Duplex-Sonographie auseinandergesetzt.

## Kapitel 7

Dieses Kapitel gibt eine Übersicht der unterschiedlichen Elemente der Messapparatur und der zugehörigen Registrationsapparatur. Während diese Arbeit sind zwei Typen von Transducern verwendet worden: der "mid-focus" und der "short focus" Transducer. Die räumlichen Eigenschaften von beiden Transducern sind bestimmt worden und der Einfluss der Grösse von das "sample volume" auf die Qualität der Doppler-Signale und deshalb auf die Interpretation der Sonogramme wird besprochen. Zugleich wird die Technik der Modulation-Demodulation und Signalbearbeitung kurz behandelt.

## Kapitel 8

Die Duplex-Sonographie des Karotissystems sowie die des Anonymia-Subclavia-Vertebralis-Systems werden beschrieben. Für jeden Einzelteil des extrakraniellen Teils des zerebralen Systems werden die Beschränkungen der Duplex-Sonographie genannt. Zugleich werden in diesem Kapitel die Parameter definiert, die verwendet werden bei der quantitativen Bestimmung der Grad der Stenose von beziehungsweise der A. anonyma, A. subclavia und A. vertebralis.

## Kapitel 9

Dieses Kapitel beschreibt unsere Ergebnisse der Duplex-Sonographie der A. anonyma, A. subclavia und A. vertebralis. Für jede dieser drei Arterien werden die Ergebnisse der Duplex-Sonographie verglichen mit den Resultaten der Kontrast-Arteriographie. Zuerst besprechen wir die Art und Weise wie der Grad der Diameterreduktion auf das Arteriogramm bestimmt wird und die statistische Auswertung der Daten.

Zwei Studien bilden die Grundlage zur Bestimmung der Brauchbarkeit und Genauigkeit der Duplex-Sonographie. Während des ersten Studiums haben wir nur das proximale Teil der A. subclavia und der A. vertebralis untersucht. Während des zweiten Studiums sind auch die A. anonyma und das



zervikale Segment der A. vertebralis in der Untersuchungen bezogen. Die hier präsentierte Genauigkeit der Untersuchung gilt nur wann die diesbezügliche Arterie untersucht werden kann. Bei 14% der Patienten kann nicht entschieden werden über die A. anonyma und in 22% der untersuchten Gefässe kann die A. vertebralis zur Stelle des Ostiums nicht beurteilt werden. Meistens macht eine zu tiefe Lage des Gefässes die Untersuchung dann unmöglich. Die Genauigkeit der Duplex-Sonographie wird ausgedrückt in beziehungsweise die Sensitivität, die Spezifität, der positiv vorhersagende Wert, der negativ vorhersagende Wert und die allgemeine Genauigkeit. Die meiste der hier genannte Parameter zeigen, dass die Duplex-Sonographie der unterschiedliche Einzelteile des Anonyma-Subclavia-Vertebralis-Systems ein zuverlässiger Test ist. Die Sensitivität für dass Zeigen einer Stenose von mehr als 50% Diameterreduktion zur Stelle des Ostiums der rechten A. subclavia ist aber noch zu niedrig (0.43). Ausserdem bedürft der positiv vorhersagende Wert der Duplex-Sonographie des Ostiums der A. vertebralis (0.65) noch einige Verbesserung. Für jedes Einzelteil des Anonyma-Subclavia-Vertebralis-Systems wird eine mögliche Erklärung gegeben für sowohl die falsch-negative als die falsch-positive Ergebnisse der Untersuchung. So ergibt sich zum Beispiel dass sowohl sehr hohe als sehr niedrige Fliessgeschwindigkeiten in einer A. vertebralis eine genaue Beurteilung des Zustand dieses Gefässes zur Stelle des Ostiums stark erschweren. Zugleich ergibt sich dass während des zweiten Studiums, mit zunehmender Erfahrung der Untersucher, das Unterschied zwischen eine Hypoplasie und eine Okklusion der A. vertebralis deutlich verbessert ist. Die Untersuchung des zervikalen Segments der A. vertebralis ist nur bei solche Patienten durchgeführt bei welche die Anamnese deuten könnte auf eine vertebrobasiläre Insuffizienz oder wann nachdrücklich gebeten würde om diesen Teil der Untersuchung. Für dieses Segment der A. vertebralis ist die Beziehung zwischen zervikale Spondylose und Verdrängung, beziehungsweise Obstruktion der A. vertebralis näher untersucht worden. Obwohl die Anzahl der Patienten mit Abweichungen in dem zervikalen Segment klein ist, ergibt sich die Duplex-Sonographie dieses Teiles der A. vertebralis als zuverlässig. Die Bedeutung der Duplex-Sonographie der A. vertebralis im Fall einer ernsthafter obstruierender Abweichung in das intradurale Segment dieser Arterie ist ebenfalls bestimmt worden. Wahrscheinlich als Folge der relativ grosse Variation in dem Versorgungsgebiet einer intrakraniell abgeschlossener A. vertebralis ergibt sich, dass die Interpretation von mehr proximal registrierten Sonogramme falsch-negative Ergebnisse veranlassen können. Schliesslich werden die Ergebnisse der Duplex-Sonographie der A. vertebralis bei Patienten mit einem "subclavian steal" Syndrom zusammengefasst. Für dieses Teil der Arbeit sind auch Daten der intravenösen digitalen Subtraktions-Angiographie benutzt worden.

Diese Kapitel skizziert die Möglichkeiten der intravenöse digitale Subtraktions-Angiographie und die Ultrasonie Bildgestaltung, speziell behufs der Diagnostik von Atherosklerose der Gehirnfässe. Nachdem wird die Bedeutung der Okulopneumoplethysmographie, der intravenöse digitale Subtraktions-Angiographie und der Duplex-Sonographie für die Umsicht in Beziehung der Patienten mit zerebralen Atherosklerose in unserum Hospital besprochen. Bei consequenter Benutzung dieser drei Untersuchungsmethoden ergibt sich dass man genügende und zuverlässige Information bekommt über den Zustand des zerebralen Systems, sowohl intrakraniell als extrakraniell. Hierdurch ist die letzte zwei Jahre der Bedarf an konventionelle Kontrast-Arteriographie bei Patienten mit zerebralen Atherosklerose bedeutend verringert. Zugleich werden die Möglichkeiten und die Beschränkungen der Duplex-Sonographie der A. anonyma, A. subclavia und A. vertebralis noch einmal zusammengefasst. Zum Schluss werden enige Suggestionen gegeben, die in naher Zukunft die nicht-invasive Untersuchung des Anonyma-Subclavia-Vertebralis-Systems verbessern könnten.

### 11.5. INDONESIAN

Pada penelitian klinis telah dilakukan perbandingan penggunaan skan ultrasonik dupleks dengan arteriografi kontras dalam mendiagnosa penyakit atherosklerosis yang menyebabkan sumbatan dari sistim arteri innominata-subklavia-vertebralis.

#### Bab I

Bab pendahuluan yang menggambarkan ke-aneka ragam penyakit atherosklerosis pembuluh darah otak, khususnya mengutamakan sifat saling mempengaruhi dari sistim carotis dengan arteri vertebro-basilaris di daerah pertemuan supra-infra tentorial dalam iskemi otak. Tujuan penelitian untuk menentukan ketepatan skan ultrasonik dupleks dari arteri innominata, subklavia dan vertebralis yang mengalami atherosklerosis. Untuk tujuan ini, hasil skan ultrasonik dupleks telah dibandingkan dengan arteriografi kontras. Dari bulan Mei 1981 sampai bulan oktober 1984, telah dilakukan 2770 pemeriksaan dupleks terhadap 1972 penderita di departemen neurofisiologi klinis, R.S. St. Antonius, Nieuwegein, Negeri Belanda.

## Bab 2

Pembahasan anatomi arkus aorta beserta pembuluhnya, arteri vertebralis dan basilaris. Selain yang normal, anomali anatomis dilukiskan secara singkat. Sebagai tambahan telah dibahas daerah yang diperdarahi pembuluh darah tsb. diatas, serta aliran kolateral yang penting dari arteri vertebralis.

## Bab 3

Telah dibahas prinsip autoregulasi otak besar. Terutama ditekankan pada pentingnya aliran darah ke otak besar, hubungannya dengan metabolisme otak serta keterlibatannya dalam pengaturan peredaran darah otak besar. Akhirnya telah dijelaskan mekanisme yang mungkin berperan sebagai patogenesis defisit neurologis yang bersifat sementara ataupun menetap.

## Bab 4

Bab ini berhubungan dengan penyakit atherosklerosis arteri serebralis, khususnya arteri innominata, subklavia dan vertebralis. Telah dibahas prinsip terjadinya atherosklerosis yang menyumbat pembuluh darah tsb. diatas. Secara garis besar dan singkat telah diterangkan perbedaan bentuk dan struktur dari lesi atherosklerosis pada sistim carotis dengan sistim innominata, subklavia, vertebralis dalam pemakaian klinik. Telah diketahui bahwa insufisiensi vertebrobasilaris tidak homogen dan terdiri dari berbagai kelainan pembuluh darah pada berbagai tempat dengan patogenesis serta prognosa klinis yang berbeda-beda. Oleh sebab itu, tidak mengherankan kalau dijumpai berbagai macam pendapat mengenai hasil pengobatan "end arterectomy" carotis pada kelompok penderita ini. Akhirnya, telah dibicarakan arti klinis penyakit atherosklerosis arteri innominata, subklavia dan vertebralis, serta hubungannya dengan sumbatan arteri carotis.

## Bab 5

Manifestasi klinis dari daerah arteri vertebro-basilaris yang mengalami iskemi sementara umumnya lebih rumit daripada iskemi di daerah arteri carotis. Karena itu, pada bagian pertama bab ini, secara luas diterangkan simptomatologi serangan iskemi sementara ("Transient Ischemic Attacks") di daerah vertebrobasilaris. Arteri vertebralis segmen servikalis adalah satu-satunya bagian pembuluh darah otak yang secara fungsional berhubungan dengan perubahan degenerasi osteoartikritik kolumna servikalis. Karena itu, tanggapan anatomis dengan patogenesis spondilosis kolumna servikalis serta maknanya dalam insufisiensi arteri vertebrobasilaris telah dibicarakan. Bagian

terakhir bab ini berhubungan dengan patogenesis serta gambaran klinis dari sindroma "subclavian steal".

## Bab 6

Pembahasan singkat sejarah arteriografi kontras, khususnya arteriografi vertebralis. Kemudian dibahas komplikasi arteriografi sistim carotis maupun vertebralis secara terpilih, ketepatan arteriografi kontras cara konvensional, serta angiografi substraksi "digital" intra vena. Bagian berikutnya dari bab ini mengenai tehnik diagnostik yang tidak invasif untuk mendiagnosa penyakit atherosklerotik sistem arteri innominata-subklavia-vertebralis. Telah dibahas tehnik "non imaging" serta "imaging Doppler" dan juga skan ultrasonik "real time" bagian pembuluh darah tsb. Akhirnya telah dijelaskan prinsip dasar skan ultrasonik dupleks.

## Bab 7

Bab ini membahas elemen dasar skan dupleks yang dihubungkan dengan peralatan peragaan dan perekaman. Selama penelitian telah digunakan 2 jenis "scan heads" yaitu jenis fokus menengah dan fokus pendek. Resolusi ruang kedua jenis skan telah dinilai dan telah dibahas pengaruh banyaknya volume tempat pengambilan contoh terhadap mutu sinyal Doppler dengan penafsiran bentuk gelombang spektral. Akhirnya telah diikthisarkan tehnik modulasi-demolasi sinyal serta cara palaksanaannya.

## Bab 8

Telaj diuraikan skan ultrasonik dupleks sistim carotis dan sistim arteri innominata-subklavia-vertebralis. Kemungkinan dan keterbatasan penyelidikan pada setiap bagian pembuluh darah otak telah dibahas. Bab ini juga menguraikan parameter Doppler secara kwantitatif yang digunakan pada keadaan tersumbatnya arteri innominata, subklavia dan vertebralis.

## Bab 9

Bab ini menguraikan hasil penelitian kami mengenai skan ultrasonik dupleks arteri innominata-subklavia dan vertebralis sebagai tehnik yang tidak invasif dan hasilnya telah dibandingkan dengan arteriografi kontras. Pembahasannya dilakukan secara terpisah. Walaupun demikian sebelumnya telah diuraikan metoda yang dipakai dalam menentukan derajat penyempitan serta pengolahan data secara statistik. Dilakukan dua tahap penelitian skan ultrasonik dupleks sebagai dasar evaluasi data; tahap pertama berupa penelitian

hanya pada arteri subklavia segmen proksimal berserta arteri vertebralis. Dalam tahap kedua kami juga mengikutsertakan arteri innominata dan arteri vertebralis segmen servikalis. Ketepatan skan ultrasonik dupleks pada arteri innominata, subklavia dan ostium arteri vertebralis dinyatakan dalam nilai kepekaan dan ketepatan secara menyeluruh. Kebanyakan parameter menunjukkan bahwa skan ultrasonik dupleks pada segmen - segmen pembuluh darah otak tsb. dapat dipercayai dan dapat digunakan sebagai "screening test" penderita atherosklerosis otak. Hanya nilai kepekaan yang didapat dalam penentuan derajat penyempitan di daerah pangkal arteri subklavia dekstra terlalu rendah (0.43) pada keadaan penyempitan diameter  $\geq 50\%$ .

Juga diperlukan perbaikan dalam nilai ramalan positif dari skan ultrasonik dupleks ostium arteri vertebralis. Sebab yang mungkin didapatinya suatu hasil positif palsu ataupun yang negatif palsu telah diterangkan untuk setiap arteri secara terpisah. Umumnya keadaan aliran arteri vertebralis yang tinggi maupun rendah sangat mempersulit diagnosa adanya penyumbatan dari arteri ini. Ditambahkan pula, pada penelitian tahap kedua menunjukkan kemungkinan dapat dibedakannya keadaan hipoplasi dari sumbatan arteri vertebralis, apabila dilakukan oleh pemeriksa yang berpengalaman.

Penelitian dari arteri vertebralis segmen servikalis hanya dilakukan pada penderita dengan riwayat insufisiensi vertebrobasilaris atau apabila diminta oleh dokter. Khususnya pada bagian arteri vertebralis ini, telah dinilai hubungan antara taji osteo-artritik akibat spondilosis servikalis dengan pergeseran atau penyumbatan dari arteri vertebralis. Walaupun jumlah penderita dengan kelainan pada segmen servikalis sangat sedikit, hasil yang cukup terpercaya diperoleh dengan skan ultrasonik dupleks di daerah ini. Juga telah dinilai peranan skan ultrasonik dupleks pada keadaan penyumbatan hebat daerah segmen intradural dari arteri vertebralis. Interpretasi rekaman dari bentuk-bentuk sonagram pada sumbatan daerah intrakranial dari arteri vertebralis tampaknya lebih sulit dibandingkan dengan sumbatan daerah carotis. Hal ini mungkin karena lebih banyaknya variasi yang didapati pada daerah yang harus diperdarahi arteri vertebralis dengan penyempitan intrakranial. Akhirnya telah dibahas hasil dari skan ultrasonik dupleks arteri vertebralis pada penderita dengan sindroma "subclavian" atau "innominate steal". Untuk ini, juga digunakan data angiografi substraksi "digital" intra vena.

## Bab 10

Bab ini menguraikan pentingnya peranan angiografi substraksi "digital" intra vena dan gambaran ultrasonik dalam penyakit atherosclerosis, khususnya atherosclerosis arteri serebralis. Selanjutnya dibahas benturan - benturan yang didapat antar "ocular pneumoplethysmography", angiografi substraksi

”digital” intra vena dan skan ultrasonik dupleks pada tata-laksana perawatan atherosclerosis otak dalam rumah sakit kami. Dengan dimanfaatkannya ketiga cara diagnostik tsb. diatas sebagai inti ”screening test” pada semua penderita, akan didapati hasil yang cukup terpercaya mengenai keadaan ekstra-kranial maupun intra-kranial dari arteri serebralis. Kebutuhan akan arteriografi kontras cara konvensional pada atherosclerosis otak jelas menurun dalam dua tahun terakhir ini. Ditambahkan pembahasan mengenai kemungkinan serta keterbatasan pemakaian skan ultrasonik dupleks pada arteri innominata, subklavia dan vertebralis. Akhirnya diberikan beberapa saran dan harapan dimasa depan untuk pemeriksaan tidak invasif yang lengkap dan tepat untuk sistim arteri innominata-subklavia dan vertebralis.

## 11.6. JAPANESE

### 概要

Innominate、鎖骨下動脈及び脊椎動脈の動脈系統におけるアテローム性動脈硬化症の診断に適用する超音波duplex走査法(UDS法)の臨床的研究を行った。この検査を受ける患者は、コントラスト動脈図法(CAG法)検査をも受けている。そして、UDS検査の結果をCAGのそれに比較した。

### 第1章

本章は脳血管のアテローム性動脈硬化症の複雑さを説明するものである。特に幕状骨上下両面の脳組織が脳虚血を受けやすいことに関連して、頸動脈と脊椎・頭蓋底の動脈系統の相互依存を強調している。この研究の目的は脳のアテローム性動脈硬化症の患者が受けるinnominate、鎖骨下及び脊椎動脈のUDS検査の精度を評価決定することである。そのために1981年5月から84年10月までの期間にオランダ・ニウエヘイン市聖アントニウス病院の臨床神経生理科において1972人の患者を対象に合計2770度のU.D.S.検査を行った。

## 第2章

本章では大動脈弧とそれから発する動脈及び脊椎・頭蓋底動脈の解剖的構造を概観する。正常解剖の外、先天変態の概略を示す。又これらの動脈が供給する部位並びに、脊椎動脈の可能な副行循環を考察する。

## 第3章

脳の自律調整の原理を論ずる。脳循環の主な決定要因とこれらの脳新陳代謝との相互作用並びにこれらが脳循環の調整に与える影響を概説する。そして、脳の一過性又は永久の神経学的損傷が発生するときに役割りを演じうる諸機構を説明する。

## 第4章

本章では脳の諸動脈、特にinnominate、鎖骨下、脊椎動脈におけるアテローム性動脈硬化症を取り扱う。これらの動脈内におけるアテローム性妨害変態が起こる主な場所について概観する。頸動脈及びinnominate、鎖骨下、脊椎動脈系統におけるアテローム性障害は、形態学的に異っているが、その相異点の臨床的意味について略説する。脊椎・頭蓋底動脈系統の不十分な機能は臨床的に見て均質の実体ではないことを指摘する。血管病状は、数カ所に位置し、その病原機構と臨床予後がそれぞれ異り、様々である。従って、この患者グループにおける頸動脈内てき除の治療結果に関しても意見の不一致が大いにあることは驚くには当たらない。そして、innominate、鎖骨下、脊椎動脈におけるアテローム性動脈硬化症の臨床学的重要性とその頸動脈における妨害性症との相互影響とを考察する。

## 第5章

脊椎・頭蓋底の動脈系統の一過性の虚血に伴う臨床的現象は頸動脈系統の虚血の場合に見られるものより通常は入り組んだ性格を示している。よって、本章の第1節は脊椎・頭蓋底系統における一過性の虚血発作の症候学について詳しく述べる。脳脈管系の中では脊椎動脈の頸部が変態性脊椎症に機能面で関連する唯一の部分である。故に頸部の脊椎症の解剖的構造と病原並びにそれが脊椎・頭蓋底動脈の不十分な機能に及ぼす影響を説明する。本章の最後の節は鎖骨下steal症候群の病原と臨床的現象とについて述べる。

## 第6章

脳のコントラスト動脈図法（C.A.G.法）、特に脊椎動脈のそれを略説する。それに加えて、鎖、脊椎動脈の選択式動脈図法が生ずる諸問題、従来 of C.A.G.法及び脈内デジタル減法血管図法の精度について概説する、次にinnominate、鎖骨下、脊椎動脈におけるアテローム性動脈硬化症の診断に適用する非侵入的な診断技術について述べる。脳脈管系のこの部位における非造像と造像式ドプラ技術、それにリアルタイム超音波走査法をも概説する。

## 第7章

本章ではU.D.S.装置と付属の表示・記録装置の各部分を概説する。この研究では近焦点と中焦点という二種のスキャン・ヘッドが用いられる。両種のスキャン・ヘッドの空間的分解能を求め、染料のサイズがドプラ信号に与える影響とこれによるスペクトル図形の解釈を考察する。そして、信号変調・復調と信号処理の技術を概説する。



## 第8章

頸動脈系及びinnominate、鎖骨下、脊椎動脈系のU.D.S.法を説明する。脳脈管系のこれらの部位に対する検査の能力と限度を考察する。本章ではinnominate、鎖骨下、脊椎諸動脈のアテローム性狭さくを量的に評価するために用いるパラメーターを定義する。

## 第9章

本章では、innominate、鎖骨下、脊椎動脈に対するU.D.S.法の結果を述べる。この非侵入的方法の結果をC.A.G.法のそれと血管別に比較し、論じた。しかし、まず最初は、この研究で使った狭さく率の評価法及びデータの統計分析について説明している。

二つの研究がU.D.S.法のデータ評価の基礎をなしている。はじめの研究では、鎖骨下、脊椎両動脈の基部に近い部分だけを調べ、二番目の研究では、これにinnominate動脈と、頸部の脊椎動脈を加えて調べた。

U.D.S.法の精度は、感度、特殊性、陽性と陰性の予言力、及び全般的な精度に表現される。これらのパラメーターの多くからinnominate、鎖骨下、脊椎の動脈系統の各部分におけるU.D.S.法は脳アテローム性動脈硬化症の患者に行なうスクリーンテストとして信頼して用いることがわかる。しかしながら、右の鎖骨下動脈口部で、50%以上直径が縮少した狭さくを識別する感度(0.43)はまだよくない。さらに脊椎動脈口部でのU.D.S.法の陽性予言力(0.65)も改善を要する。U.D.S.法の陽性又は陰性かの検査結果の間違いについて部位別に可能な説明をする。特に脊椎動脈が高又は低流速状態にあるとき同動脈内の狭さくの診断は困難である。加えて、二番目の研究の結果、熟練した手によれば脊椎動脈のhypoplasiaと閉塞

の差異を見分けることは十分であることがわかった。頸部脊椎動脈の検査は患者に脊椎・頭蓋底動脈の不十分な機能の病歴がある場合か、掛り付けの医者の要請があった場合にのみ行なっている。とりわけ脊椎動脈のこの部分において、頸部の脊椎病と脊椎動脈の位置のずれ又は妨害との関係を評価した。頸部脊椎動脈変態の患者は少数だが、同部位におけるU.D.S.法が信頼しうる検査なのは明白になった。脊椎動脈のU.D.S.法の意義は、同動脈の硬脳膜内部重度障害に際しても評価される。頭蓋内閉塞された脊椎動脈で記録されるスペクトル図形は、頸動脈系におけるものより、形態学的解釈が複雑になるようだ。おそらく、これは、頭蓋内閉塞脊椎動脈の血液を供給する領域がより様々であるためであろう。そして鎖骨下或いはinnominateのsteal症候群の患者たちにおける脊椎動脈のU.D.S.法を概論する。研究のこの一部のため、血管内デジタル減法血管図法のデータも使用した。

## 第10章

本章では、アテローム性動脈硬化症、特に脳脈管アテローム性疾患を評価決定するにあたっての、血管内デジタル減法血管図法とU.D.S.法造像法の潜在力を概略する。加うるに、Hのpneumoplethysmography、血管内デジタル減法血管図法及びU.D.S.法が、当病院の脳脈管アテローム性疾患患者の取り扱いに与える影響を論ずる。一組のスクリーニング・テスト装置として、これら3種の診断法を一貫して使用することで、大部分の患者の脳脈管の頭蓋骨内外の状態について、十分信頼しうる情報がえられる。脳脈管アテローム性疾患患者における、慣例的なC.A.G.法の必要度は、過去2年にわたって、大分減少している。さらに本章では、innominate、鎖骨下、脊椎動脈に対するU.D.S.法の可能性と限界を論ずる。そして

innominate、鎖骨下、脊椎動脈系の、より精密で完成度の高い非侵入的検査法について、勧告、将来的展望を行なう。